

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan mengangkat permasalahan pengendalian persediaan bahan baku. Sebelum penelitian ini dilakukan, penelitian sebelumnya juga sudah sering dilakukan untuk menyelesaikan persediaan dengan berbagai latar belakang permasalahan yang berbeda-beda. Pada umumnya, tujuan dilakukan penelitian terhadap persediaan bahan baku adalah meminimasi biaya dengan menentukan jumlah dari persediaan yang dipesan atau disimpan.

Sistem persediaan memberikan peran yang besar pada tingkat efisien sebuah perusahaan dalam melakukan proses produksinya. Mengingat banyak sekali jenis bahan baku yang diperlukan, baik itu bahan baku yang tidak membusuk, *perishable*, atau bahan baku yang membutuhkan perlakuan khusus supaya bisa dengan baik digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Umry dan Singgih (2019) melakukan penelitian di perusahaan tekstil yang memiliki permasalahan pada ketidaksesuaian *stock level* yang membuat *stock* menjadi bertumpuk, sehingga mempertimbangkan menerapkan ROP dengan menggunakan ABC *analysis*. Selanjutnya penelitian yang digunakan oleh Pratama, Hidayati, Suroso, dan Sartika (2020) melakukan penelitian yang mengangkat tentang permasalahan kelebihan *stock* bahan baku tebu yang mengakibatkan banyaknya tebu membusuk. Perencanaan yang dilakukan menggunakan *forecasting* atas *demand* gula karena hasil *forecasting* akan digunakan sebagai acuan pengendalian bahan bakunya yaitu metode EOQ.

Penelitian tentang persediaan yang menerapkan metode *forecasting* dilakukan oleh Nugroho dan Resodiharjo (2021) pada sebuah perusahaan lokal. Permasalahan yang ingin dipecahkan adalah belum optimalnya pengelolaan persediaan perusahaan tersebut karena masih di bawah target yang ditentukan. Penelitian juga dilakukan klasifikasi ABC karena bahan baku yang diperlukan ada 10 jenis, lalu menggunakan berbagai metode *forecasting* untuk mengetahui metode mana yang paling baik dan sesuai. Sedangkan penelitian milik Hong Wai Tan (2018) membahas tentang WIP *inventory* yang memanfaatkan *Value Stream Mapping* dalam penyelesaiannya.

Penelitian persediaan untuk tanah liat dan kaolin dilakukan oleh Rudi Rusiyanto (2015) dengan objek sebuah perusahaan genteng di Trenggalek. Permasalahan yang terdapat pada objek perusahaan adalah tidak adanya perencanaan kebutuhan bahan baku dan hanya memanfaatkan pengalaman, sedangkan pengaturan bahan baku selama ini mengakibatkan pemborosan biaya persediaan sehingga berdampak pada pemborosan biaya produksi. Maka penelitian menggunakan MRP dengan mencoba beberapa pendekatan *lot sizing* seperti *lot for lot*, EOQ, dan EPQ.

Selain persediaan bahan baku, pengaturan persediaan juga dilakukan terhadap produk WIP atau produk setengah jadi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Hendri Wijaya dan Luky Puspasari (2020) yang melakukan penelitian persediaan WIP karena adanya *overstock* pada *green tyre* yang menyebabkan munculnya produk cacat. *Green tyre* merupakan produk *work in process* yang diproduksi sendiri oleh PT XYZ dengan jumlah permintaan tetap. Penelitian yang dilakukan di PT XYZ menggunakan metode EOQ dengan tujuan bisa menentukan jumlah produksi *green tyre* sehingga tidak terjadi *overstock*. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa terjadi penurunan biaya simpan, alat penyimpanan, dan area penyimpanan yang dibutuhkan untuk menyimpan WIP *green tyre*. Berikut merupakan tabel ringkasan penelitian sebelumnya yang terangkum dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Sebelumnya

Nama Penulis	Tahun	Tujuan	Judul	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
Umry dan Singgih	2019	Mengimplementasikan kebijakan pembelian <i>raw material</i> berdasarkan ROP dengan menggunakan ABC <i>analysis</i>	<i>Inventory Management and Reorder Point (ROP) Strategy Using ABC Analysis Methods in Textile Manufacture</i>	Pabrik Textile	Metode ABC dan ROP	Mengurangi stok <i>raw material</i>
Pratama, Hidayati, Suroso, dan Sartika	2020	Menganalisis <i>sales forecasting methode</i> dan <i>inventory control</i> menggunakan EOQ	Analisis Peramalan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembantu pada Industri Gula (Studi Kasus PT. XYZ Lampung Utara)	Industri Gula	<i>Forecasting, EOQ</i>	Hasil peramalan terhadap penjualan, dan penghematan biaya persediaan
Nugroho dan Resodiharjo	2021	Melakukan optimasi persediaan dengan menggunakan <i>forecasting</i>	<i>Inventory Management Analysis by Optimizing the Forecasting Methods (Case Study at PT XYZ Indonesia)</i>	PT XYZ Indonesia	<i>Forecasting, ABC</i>	Metode <i>forecasting</i> terbaik setiap jenis persediaan
Tan, Hong Wai, et.al	2018	Mengintegrasikan <i>lean tool</i> untuk mengatur dan stabilisasi <i>WIP inventory level</i> , selain itu juga mengembangkan <i>value stream mapping</i>	<i>Work-in-Progress Inventory Control Case Study in Lean Management</i>	Perusahaan <i>Metal Stamping</i>	VSM	<i>WIP inventory</i> menjadi stabil

Tabel 2.1. Lanjutan

Nama Penulis	Tahun	Tujuan	Judul	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
Rudy Rusiyanto	2015	Merencanakan peramalan permintaan, perencanaan kebutuhan dengan MRP, dan menentukan biaya persediaan bahan baku.	Strategi Perencanaan Bahan Baku Tanah Liat dan Kaolin Pada Perusahaan Genteng Mahkota Trenggalek	Perusahaan Genteng Mahkota Trenggalek	MRP, <i>Lot for Lot</i> , EOQ, POQ	Metode <i>Lot for Lot</i> menjadi metode terbaik untuk persediaan tanah liat.
Wijaya dan Puspasari	2020	Menentukan jumlah produksi sehingga dapat mengatasi permasalahan <i>overstock</i> .	Peningkatan Efisiensi Persediaan <i>Work in Process Green Tyre</i> di PT XYZ	PT XYZ	<i>Economic Production Quantity (EPQ)</i>	Mengurangi biaya penyimpanan, alat penyimpanan, dan luas area penyimpanan.
Devina Evanty	2022	Melakukan optimasi persediaan <i>clay cair</i> dan <i>reuse clay</i> dengan mempertimbangkan <i>aging time</i> dari <i>clay cair</i> .	Usulan Optimasi Pengelolaan Persediaan <i>Clay cair</i> dan <i>Reuse clay</i> di Naruna Ceramic	Naruna Ceramic Studio	ABC Analysis, Forecasting, Simulasi	Solusi terbaik dengan mempertimbangkan TC, banyaknya <i>clay cair</i> , dan <i>reuse clay</i> yang perlu disimpan

2.2. Tanah Liat

Bahan baku utama dari pembuatan keramik adalah tanah liat. Tanah liat merupakan bahan baku yang diambil dari alam, dalam keadaan murni tanah liat memiliki komponen penyusun seperti Oksida Silinum (SiO_2), Oksida Aluminium (Al_2O_3), dan Air (H_2O) sehingga mudah untuk dibentuk karena bersifat plastis dan akan mengeras bila dilakukan proses pembakaran (Astuti, 2008).

Tabel 2.2. Unsur Penyusun Tanah Liat (Astuti, 2008)

Senyawa	% Berat Unsur (%)
Oksida Silinum (SiO_2)	47
Oksida Aluminium (Al_2O_3)	39
Air (H_2O)	14

2.2.1. Plastisitas Tanah Liat

Keramik memiliki struktur organik dan non-organik, struktur organik pada keramik berpengaruh pada kemampuan keramik dalam mengikat air. Bila pada tanah terdapat banyak struktur organiknya, maka tanah tersebut memiliki kemampuan menyimpan kandungan air lebih banyak (Intara et.al, 2011). Sedangkan kandungan bakteri dan zat organik yang membusuk dalam tanah akan membuat tekstur plastis pada tanah liat (Astuti, 2008).

Untuk menjadi bahan baku keramik, maka tanah liat perlu untuk diolah menjadi adonan *clay* terlebih dahulu. Pembuatan adonan *clay* hanya membutuhkan tanah liat dan tambahan air saja. Karena karakteristik dari tanah liat maka tekstur yang dimiliki *clay* adalah lengket dan plastis. Namun sebelum dicampur dengan air, tanah liat perlu diayak terlebih dahulu menggunakan saringan dengan satuan besaran *mesh* sehingga menjadi lebih halus. Hal tersebut dilakukan karena butiran tanah yang halus akan menyerap air dengan baik dan menjadi pelumas unsur tanah lain yang lebih kasar atau tidak plastis. Saat tanah liat yang sudah dihaluskan diberi air maka tanah akan menyerap air karena daya penarik dari butiran tanah terhadap air cukup besar, sehingga butir-butir tanah akan saling menarik satu sama lain dan susah untuk dipisahkan (Muhdy, et.al, 2017).

2.2.2. Susut Kering Tanah Liat

Saat tanah liat berada pada kondisi alamiah terdapat tiga jenis air pembentuk, yang pertama adalah air pori yang masuk ke dalam pori-pori di antara butiran pasir atau tanah, kedua adalah air selaput yang berbentuk selaput tipis pada butiran

tanah sehingga terdapat pergeseran di antara butiran tanah tersebut, ketiga adalah air yang mampu dihisap oleh fraksi koloid karena fraksi koloid ini merupakan fraksi yang berukuran sangat kecil dan berperan menentukan bagaimana sifat dan karakteristik khas dari tanah liat (Muhdy, et.al, 2017). Jika penguapan terjadi terhadap air selaput dan air koloid maka akan menimbulkan susut kering. Susut kering merupakan kondisi berkurangnya baik itu volume maupun persentase ukuran tanah liat setelah dibentuk.

2.2.3. Susut Bakar

Susut bakar terjadi pada proses pembakaran. Kondisi tanah liat yang dibakar akan melepaskan kandungan air di dalamnya sehingga terjadi pengurangan ukuran tanah liat (Akbar & Prastawa, 2018). Untuk benar-benar mengurangi kandungan air yang terdapat di dalam-nya, maka pembakaran dilakukan dua kali yaitu pembakaran *biscuit* dan pembakaran glatsir. Pembakaran *biscuit* merupakan pembakaran tahap pertama dari tanah liat yang sudah dibentuk lalu dibakar pada suhu kurang lebih 800°C-1000°C, keluaran dari proses pembakaran ini adalah keramik setengah jadi yang berbentuk coklat merah muda. Lalu pembakaran kedua adalah pembakaran glatsir, pembakaran ini dilakukan setelah keramik diberi glatsir dan dibakar pada suhu tinggi sehingga keramik dan glatsir menjadi matang. Hasil dari pembakaran kedua ini adalah keramik menjadi lebih kuat karena terdapat lapisan glatsir di luar-nya.

2.2.4. Aging Time

Proses penyimpanan pada *clay* dengan jangka waktu tertentu merupakan metode yang sering digunakan untuk meningkatkan sifat teknologi *clay*. Proses penyimpanan tersebut dinamakan "*aging*" dan menghasilkan *clay* yang lebih plastis sehingga meningkatkan *workability* selama proses pembuatan keramik baik itu teknik pembuatan *molding*, *drawing*, atau *pressing*. Selain memudahkan dalam pembuatannya, proses *aging* juga membuat keramik yang sudah terbentuk tidak mudah pecah dalam proses pengeringan sebelum masuk ke proses pembakaran.

Proses *Aging* bisa dilakukan dengan minimal durasi penyimpanan selama 3 hari, bila *clay* tersimpan dengan *aging time* yang lebih lama maka akan menghasilkan *clay* yang semakin plastis. Saat *clay* melewati *aging time* yang terjadi adalah adanya pertumbuhan bakteri melalui oksidasi senyawa sulfur atau nitrogen anorganik sehingga terjadi pelepasan asam organik seperti sitrat, asam glukonat, dan oksalat (Gaidzinski et al., 2008). Proses *aging* ini mengubah *mineral charge*,

specific surface area, pH of the dispersion yang berkontribusi dalam meningkatkan plastisitas *clay*, selain itu mikroorganisme di dalamnya juga berperan dalam mengurangi susut pengeringan *clay* (Gaidzinski et al., 2008). Proses *Aging* dapat dilakukan dengan menggunakan tempat penyimpanan yang tertutup seperti di *damp room*, *airtight plastic bucket*, dan *plastic bags*.

2.3. Forecasting

Perusahaan dengan strategi *make to stock* sangat memungkinkan untuk melakukan *forecasting* untuk menentukan berapa banyak *stock* yang diperlukan sehingga bisa memenuhi *demand*. Menurut Heriansyah dan Hasibuan (2018) kegiatan *forecasting* merupakan suatu kegiatan untuk memprediksi sebuah perubahan nilai atau faktor lain yang mengubah nilai tersebut. *Forecasting* atau peramalan kuantitatif memiliki dua jenis yaitu peramalan kuantitatif dan peramalan kualitatif. Peramalan kuantitatif dilakukan berdasarkan data masa lalu sehingga bisa mengetahui bagaimana kondisi yang akan datang. Sedangkan peramalan kualitatif cenderung tidak menggunakan metode perhitungan dan lebih mengarah untuk menggunakan pendapat dari ahli yang bersangkutan.

Peramalan kuantitatif dapat menggunakan data *time series* atau *cross section*. Definisi dari data *time series* yaitu data yang berdasarkan atas waktu seperti data harian, mingguan, atau bulanan. Sedangkan data *cross section* adalah data yang muncul di suatu waktu tertentu. Teknik *forecasting* untuk *time series* adalah *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, *Naïve*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Linear Trend Line Model*. Untuk menentukan metode mana yang paling sesuai maka bisa dilakukan dengan membandingkan nilai MSE (*Mean Squared Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), dan MAD (*Mean Absolute Deviation*). Berdasarkan jurnal milik Pratama, dkk (2020), dari ketiga nilai tersebut maka metode yang memiliki nilai terkecil dari MSE, MAPE, dan MAD dipilih karena dianggap memiliki *error* paling kecil dan data bisa dipercaya.

2.3.1. Moving Average

Berdasarkan buku Heizer dan Render (2021), *Moving Average* adalah sebuah model peramalan yang memanfaatkan data-data historis aktual sehingga didapatkan nilai ramalan untuk masa depan. Metode ini akan cocok digunakan bila dari data *demand* yang tersedia bisa diasumsikan akan *steady* dari waktu ke waktu. Persamaan untuk *Simple Moving Average* adalah sebagai berikut.

$$\text{Moving Average} = \frac{\sum \text{Demand dalam } n \text{ periode}}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

n = Jumlah periode yang diambil dalam *Moving Average*

Di samping itu terdapat *Weighted Moving Average* yang menggunakan pembobotan di setiap periode. Menurut Heizer dan Render (2021), pembobotan bisa saja diberikan nilai paling besar untuk periode yang paling baru, namun dalam menentukan pembobotan sangat fleksibel dan tidak ada aturan tertentu sehingga memerlukan pengalaman untuk melakukannya. Persamaan untuk *Simple Moving Average* adalah sebagai berikut.

$$\text{Weighted Moving Average} = \frac{\sum ((\text{Bobot periode } n)(\text{Demand } n \text{ periode}))}{\sum \text{Bobot}} \quad (2.2)$$

Di samping itu metode *Moving average* memiliki beberapa kekurangan seperti:

- Memperbanyak periode yang digunakan, maka akan membuat data menjadi tidak sensitif terhadap perubahan yang ada.
- Metode ini tidak bisa menjelaskan *trend* yang mungkin terjadi karena menggunakan konsep rata-rata.
- Mebutuhkan data masa lalu yang meluas.

2.3.2. Exponential Smoothing

Berbeda dengan *Moving average*, metode ini membutuhkan data masa lalu yang lebih sedikit dan lebih mudah dilakukan. Persamaan untuk *Simple Moving Average* adalah sebagai berikut.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

F_t = Nilai *forecast* baru

F_{t-1} = Nilai *forecast* baru untuk periode sebelumnya

α = Konstanta *Smoothing* ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = *Demand* sesungguhnya untuk periode sebelumnya

Berdasar pada buku milik Heizer dan Render (2021), hal yang paling penting untuk ditentukan di model ini adalah nilai konstanta (α), karena akan mempengaruhi tingkat akurasi hasil peramalan. Nilai α semakin besar digunakan pada kondisi yang tidak stabil atau memiliki rata-rata yang berkemungkinan akan berubah.

Sedangkan nilai α semakin kecil cenderung digunakan pada kondisi rata-rata stabil.

2.3.3. Naïve

Metode *Naïve* adalah metode *forecasting* yang termudah, asumsi peramalan ini adalah hasil *forecasting* periode sebelumnya sama dengan besarnya periode saat ini. Menurut Heizer dan Render (2021) persamaan untuk metode *Naïve* adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = A_t \quad (2.4)$$

Keterangan:

F_{t+1} = Nilai *forecast* baru untuk *next* periode

A_t = *Demand* sesungguhnya untuk periode saat ini

t = Periode saat ini

2.3.4. Double Exponential Smoothing

Pada metode ini, *forecasting* dilakukan karena melihat adanya *trend* dalam data, sehingga pada perhitungannya membutuhkan informasi berupa *smoothing coefficient* untuk level dan trend. Menurut Heizer dan Render (2021) *smoothing coefficient* digunakan untuk menghaluskan level dan *trend* dari *time series* untuk periode t . Metode ini menggunakan tiga tahap, tahap pertama adalah menghaluskan *level of series*, tahap kedua adalah menghaluskan *trend*, dan tahap ketiga adalah melakukan *forecast*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$S_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) (S_{t-1} - S_{t-1}) \quad (2.5)$$

$$T_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.6)$$

$$FIT_{t+1} = S_t + T_t \quad (2.7)$$

Keterangan:

FIT_{t+1} = Nilai *forecast* baru untuk *next* periode

S_t = *Exponentially smoothed average of time series*

T_t = *Exponentially smoothed trend of time series*

α = *Smoothing coefficient* untuk level

β = *Smoothing coefficient* untuk tren

2.3.5. Linear Trend Line Model

Model *Linear Trend Line* merupakan metode peramalan dengan cara membuat garis lurus pada set data yang dimiliki. Metode ini erat kaitannya dengan *Linear Regression*. Persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$Y = a + bX \quad (2.8)$$

Keterangan:

Y = Nilai *forecast* untuk periode X

X = Periode waktu

a = Nilai Y pada X

b = Gradien garis

2.3.6. Forecast Error

Tingkat akurasi dari beberapa model yang ada dapat ditentukan dengan *forecast error*. Pada dasarnya untuk mendapatkan nilai dari *forecast error* adalah dengan membandingkan nilai dari nilai aktual dengan nilai hasil *forecasting*. Namun terdapat tiga ukuran yang bisa dijadikan acuan bahwa hasil *forecasting* akurat atau tidak, seperti yang sudah disebutkan sebelumnya ada tiga nilai yang dipertimbangkan yaitu MAD, MSE, dan MAPE.

a. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

MAD didapatkan dengan menjumlahkan absolut dari *error* setiap data lalu membaginya dengan banyaknya periode.

$$MAD = \frac{\sum |Aktual - Forecast|}{n} \quad (2.9)$$

b. MSE (*Mean Squared Error*)

MSE didapatkan dengan membagi penjumlahan dari setiap nilai *error* yang dikuadratkan lalu dibagi dengan banyaknya periode.

$$MSE = \frac{\sum (Forecast Error)^2}{n} \quad (2.10)$$

c. MAPE (*Mean Absolute Percent Error*)

MAPE didapatkan dengan menggunakan persentase dari perbedaan nilai antara kondisi aktual dengan hasil *forecasting*.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100(\text{Aktual}_i - \text{Forecast}_i)/\text{Aktual}_i}{n} \quad (2.11)$$

Perbedaan MAPE dengan MAD dan MSE adalah pada MAPE nilai *error* yang didapatkan tidak bergantung pada banyaknya item data yang akan diramal.

2.4. Persediaan

Berdasarkan buku karangan Prem Vrat (2014), persediaan atau *inventory* dapat terdiri dari berbagai macam jenis, seperti bahan baku, produk jadi, *in-process inventory*, dan sebagainya. Setiap jenis persediaan memiliki perlakuan yang berbeda dalam mengaturnya, maka berikut merupakan penjelasan masing-masing jenis persediaan.

a. Raw Material Inventory

Persediaan jenis ini merupakan persediaan bahan baku yang belum diproses, pada umumnya pendekatan yang paling umum untuk mengatur persediaan tipe ini adalah dengan minimasi jumlah, waktu pengantaran, sampai ketidaksesuaian kualitas bahan baku dari antar *supplier*.

b. WIP Inventory

Jenis persediaan ini merupakan persediaan bahan baku yang sudah mengalami perubahan sehingga bisa masuk ke proses selanjutnya. Pendekatan paling umum untuk mengatur persediaan jenis ini adalah dengan mengurangi *flow time* sehingga bisa mengurangi WIP dalam sebuah proses.

c. MRO Inventory

MRO merupakan kepanjangan dari *maintenance repair operating*. Sehingga persediaan jenis ini berperan dalam menjaga *spare part* dari mesin-mesin yang digunakan dalam produksi sehingga bisa tetap produktif. MRO dibutuhkan karena terkadang tidak bisa ditebak kapan mesin membutuhkan perbaikan walaupun sudah dijadwalkan kapan mesin akan melawati masa *maintenance*, sehingga kondisi tersebut dijadikan antisipasi saat mengatur MRO *inventory*.

d. Finished Goods Inventory

Persediaan produk jadi atau produk hasil produksi disebut sebagai *finished goods inventory*. Jenis persediaan ini diatur karena produk akan melalui proses pengiriman dengan mengantisipasi adanya permintaan di masa depan yang tidak bisa ditebak.

2.4.1. Unsur Biaya Persediaan

Inventory atau *stock* dapat diartikan sebagai persediaan sebuah barang atau benda yang ditaruh di suatu tempat untuk mengantisipasi adanya *demand*. Namun adanya *inventory* ini tidak selalu berarti baik, karena dengan adanya *inventory* dapat menyebabkan munculnya biaya sebagai berikut:

a. Biaya Simpan

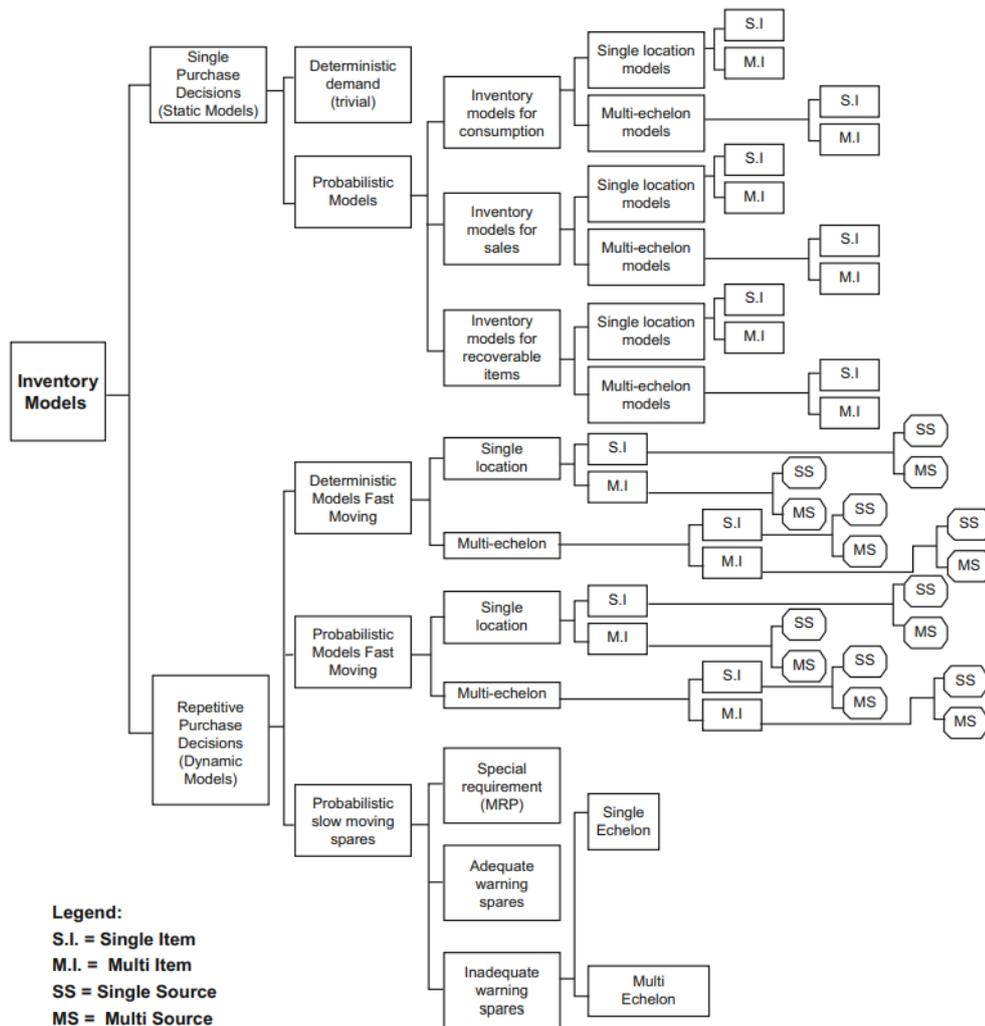
Merupakan biaya yang diperlukan untuk menyimpan sebuah unit barang atau material dalam periode waktu tertentu. Biaya simpan biasanya diambil dari unsur biaya alat penyimpanan khusus yang diperlukan untuk menyimpan barang atau material tersebut. Namun tidak semua material atau produk perlu alat penyimpanan khusus sehingga biaya simpan dapat menggunakan biaya asuransi, biaya pajak, suku bunga, dan sebagainya.

b. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan muncul karena adanya kegiatan untuk mendatangkan sebuah barang dengan melakukan pemesanan ke *supplier*. Biaya ini terdiri dari biaya administratif dari berbagai macam prosedur pemesanan barang.

c. Biaya *Stockout*

Kondisi kekurangan *stock* sehingga tidak bisa memenuhi *demand* yang ada disebut sebagai biaya *stockout* atau biaya kehabisan. Kondisi kehabisan *stock* perlu dihindarkan karena bisa berakibat pada hilangnya calon konsumen (*lost sales*) atau bisa juga menghambat laju produksi yang berdampak pada biaya produksi.



Gambar 2.1. Taksonomi dari Model-Model Persediaan (Prem Vrat, 2014)

2.4.2. Model Persediaan Probabilistik

Di model persediaan probabilistik karakteristik unsur-unsur yang memberi pengaruh bersifat tidak pasti. Ketidakpastian parameter tersebut terdiri dari permintaan (*demand*), waktu menunggu barang (*lead time*), biaya, dan kebijakan pengiriman perusahaan. Maka dari itu untuk menyelesaikannya tidak bisa menggunakan perhitungan rumus biasa, namun ditunjang dengan pendekatan simulasi model persediaan P dan Q.

Model persediaan P atau *fixed period policy* yang menerapkan pendekatan bahwa untuk melakukan pemesanan bisa dilakukan berdasar pada periode waktu tertentu. Maka di setiap periode pemesanan yang sudah ditentukan, kuantitas yang dipesan akan menyesuaikan berapa *stock* akhir barang sehingga bisa

mencapai TSL atau *target stock level*. Bila memanfaatkan model ini maka dapat terjadi kehabisan *stock* sebelum melewati periode pembelian.

Sedangkan model persediaan Q atau *fixed quantity policy* menerapkan pendekatan ROP (*re-order point*) sehingga keputusan untuk melakukan order kembali berdasar atas kuantitas ROP yang dimiliki. Keuntungan dari penerapan model ini adalah bisa meminimalisir terjadinya *stockout* karena pemesanan pasti akan dilakukan saat level persediaan menyentuh titik ROP.

2.4.3. Re-Order Point

Re-order point merupakan titik pemesanan yang dilakukan kembali dengan mempertimbangkan *lead time* pemesanan. *Reorder point* memiliki posisi di antara *safety stock* dengan *stock level maximum*, dengan adanya *safety stock* maka diharapkan tidak ada *stock out* selama menunggu pesanan datang kembali. Untuk menentukan *safety stock* dan *reorder point* dengan melihat ketidakpastian (probabilistik) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Safety Stock} = K_{\alpha} \times \sigma \times \sqrt{L} \quad (2.12)$$

$$\text{Reorder Point} = K_{\alpha} \times \sigma \times \sqrt{L} + L \times D \quad (2.13)$$

Keterangan:

K_{α} = Parameter distribusi normal standar pada α

σ = Standar deviasi permintaan (unit/waktu)

L = *Lead time* (waktu)

D = Laju permintaan (unit/waktu)

2.5. ABC Analysis

Dalam pengaturan *inventory* kerap dijumpai kasus berupa jenis produk yang dimiliki sebuah perusahaan sangat besar, sedangkan dari banyaknya jenis produk yang ada tidak semuanya memiliki jumlah dan *demand* yang sama besar, sehingga *ABC analysis* yang akan menghasilkan klasifikasi ABC menggunakan hukum Pareto. Menurut Heizer dan Render (2021) hukum pareto bisa digunakan untuk menentukan pengendalian di masing-masing individu jenis produk. Hukum Pareto menunjukkan bahwa 20% dari jenis produk yang dimiliki memiliki nilai 80% dari *inventory value*.

Klasifikasi ABC yang didapatkan dari analisis ini menunjukkan bahwa kelompok produk A merupakan kelompok produk paling penting dan perlu perhatian khusus dalam pengaturan *inventory*-nya, sedangkan kelompok produk B tidak terlalu membutuhkan perhatian khusus atau cukup dengan kontrol yang normal, lalu kelompok produk C adalah kelompok produk yang tidak membutuhkan perhatian khusus.

2.6. Simulasi

Simulasi bisa digunakan bila permasalahan yang ada cukup kompleks dan tidak hanya bisa diselesaikan dengan perumusan atau model matematika yang sudah ada. Berdasarkan buku karangan Banks (2014) menjelaskan bahwa simulasi bisa digunakan untuk menirukan sistem yang ada di kondisi real. Saat melakukan simulasi maka diperlukan data-data yang cukup untuk membuat tiruan dari sistem yang sedang berjalan, setelah itu bisa dilakukan pengembangan dari simulasi yang sudah ada.

Perbaikan dari simulasi juga dilakukan pengembangan dari model yang sudah ada, model dapat dibuat dengan melihat entitas dari sistem, logika matematis dari sistem yang ditirukan. Bentuk pengembangan dari model yang ada dapat dijadikan acuan analisis dan prediksi bagaimana keluaran sistem real bila dilakukan perubahan atau perbaikan di dalamnya.

Saat melakukan simulasi maka memiliki beberapa tahapan, berdasarkan buku karangan Jerry Banks (2014) tahapannya sebagai berikut:

a. Formulasi Masalah

Menentukan masalah dan menemukan akar masalah dari sebuah sistem menjadi tahapan awal simulasi dilakukan. Pada tahap ini perlu dilakukan diskusi antara pemangku kebijakan dengan pelaksana simulasi sehingga formulasi masalah menjadi lebih akurat.

b. Menentukan Tujuan dan *Project Plan*

Tujuan merupakan pertanyaan-pertanyaan yang akan dijawab setelah melakukan simulasi, di tahapan ini akan ditentukan tujuan diselesaikan masalah serta rencana kebutuhan yang diperlukan selama simulasi dilaksanakan.

c. Membuat Konsep Model

Membuat gambaran model sederhana sebuah sistem yang berjalan sehingga bisa digunakan sebagai pertimbangan pengumpulan data.

d. Pengambilan Data

Pengambilan data dilaksanakan setelah konsep model terbentuk, namun pengambilan data bisa dilakukan bersamaan dengan membuat gambaran model sederhana supaya saling menyesuaikan.

e. Pembuatan Model

Pada tahapan pembuatan model simulasi, maka ditentukan kegiatan simulasi menggunakan *software* apa yang sesuai. Pemilihan metode ini akan berpengaruh pada waktu penyelesaian simulasi.

f. Membuat Desain Eksperimen

Setelah kondisi *real* sistem ter-gambarkan, maka dapat melakukan eksperimen terhadap beberapa alternatif yang bisa dicoba sehingga permasalahan sistem dapat teratasi.

g. Membuat Analisis Simulasi

Pada tahap ini proses simulasi diselesaikan sehingga akan mengetahui apakah simulasi sudah dilaksanakan dengan baik atau belum. Analisis simulasi ini menggunakan *software* yang sudah dipilih pada tahap pembuatan model.

h. Melakukan Simulasi

Bila sudah terselesaikan, maka melakukan evaluasi terhadap hasil yang diberikan. Dari sini akan diketahui apakah diperlukan perbaikan atau tidak di desain simulasi yang sudah berjalan.

i. Dokumentasi dan Membuat *Report*

Dokumentasi dilakukan terhadap perubahan *output* sistem dari variabel keputusan yang dimasukkan ke dalam simulasi. Sehingga hasil tersebut akan dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan yang optimum. Pada tahapan ini penting dilakukan supaya antara beberapa hasil percobaan dalam simulasi bisa lebih mudah didapatkan mana rekomendasi hasil yang paling baik.

j. Implementasi

Pada tahapan implementasi dilakukan penerapan hasil simulasi yang mengarah ke kesimpulan hasil simulasi.

2.4.1. Input Analysis

Tujuan dari melakukan *input analysis* adalah mengetahui bagaimana persebaran data yang akan digunakan dalam simulasi, sehingga data tersebut seperti sudah memiliki identitas dan tidak lagi berupa *random variable*. Saat melakukan *input analysis* bisa menggunakan bantuan dari *software* seperti ARENA di bagian *input analyzer*, sehingga lebih cepat dalam mendapatkan distribusi yang paling

menggambarkan data yang dianalisis. Bila sudah mendapatkan model distribusinya maka dapat digunakan di simulasi.

2.4.2. Output Analysis

Banks (2014) berpendapat bahwa *output analysis* digunakan untuk menganalisis data yang dikeluarkan oleh sebuah simulasi dimana data tersebut menggambarkan kondisi real sebuah sistem. Sebelum melakukan *output analysis* maka harus ditentukan terlebih dahulu tipe simulasi yang dilakukan, apakah *terminating simulation* atau *steady-state simulation*. *Terminating simulation* merupakan simulasi yang dilakukan dengan melihat durasi waktu yang sudah ditentukan sebelumnya, sedangkan *steady-state simulation* merupakan simulasi yang dilakukan dengan waktu yang tidak terbatas sehingga simulasi bisa dilakukan terus-menerus sampai data yang didapatkan stabil. Alasan mengambil data yang stabil karena data tersebut sudah dianggap menggambarkan perilaku sistem yang sebenarnya, sehingga valid kebenarannya.

Setelah menentukan tipenya, maka selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah replikasi yang dibutuhkan. Penentuan replikasi menggunakan perhitungan rumus dengan persamaan sebagai berikut.

$$Confidence\ Interval = \bar{X} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n_0}} \quad (2.14)$$

$$Half\ Width = t_{n-1, 1-\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n_0}} \quad (2.15)$$

Keterangan:

n_0 = Banyaknya replikasi awal

\bar{X} = Rata-rata *sample*

s = Standar deviasi *sample*

Jika sudah didapatkan nilai dari *half width* maka langkah terakhir adalah mencari ukuran replikasi yang disarankan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$n \approx n_0 \frac{h_0^2}{h^2} \quad (2.16)$$

Keterangan:

n = Banyaknya replikasi yang disarankan

h_0 = *Half width* kondisi awal

h = *Half width* hasil perhitungan

Maka keluaran dari simulasi yang digunakan adalah simulasi yang telah dilakukan replikasi sebanyak n kali.

2.7. Pembobotan

Metode pembobotan atau *weighted method* digunakan untuk membandingkan hasil dari beberapa metode sehingga bisa terlihat mana hasil yang terbaik sesuai dengan bobot kriteria yang dibuat. *Scoring* menggunakan pembobotan sangat berpengaruh pada ketepatan dalam pemberian bobot di masing-masing kriteria, maka dari itu dalam pemberian bobot di masing-masing kriteria perlu untuk melibatkan pihak yang memahami kriteria yang digunakan.

